ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AOUT 1941.

PRÉSIDENCE DE M. HYACINTHE VINCENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie que le tome 211 des *Comptes rendus* (juillet-décembre 1940) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la teneur en bore des graines.* Note de MM. GABRIEL BERTRAND et LAZARE SILBERSTEIN.

De très nombreuses déterminations quantitatives de bore, plusieurs centaines, ont été effectuées soit chez des plantes entières, soit chez des organes séparés, à l'exclusion toutefois à peu près totale des graines. Les résultats que nous apportons aujourd'hui ont pour tendance de combler cette lacune.

Dans l'intention de servir autant que possible l'intérêt théorique et l'intérêt pratique, nous avons choisi la plus grande partie des graines que nous avons examinées parmi celles qui servent de semences en agriculture, qui sont employées comme matières premières dans l'industrie ou qui sont utilisées pour la nourriture de l'homme et des animaux. Nous n'avons pas oublié, néanmoins, de nous adresser à des représentants très variés de la classification botanique. Parmi les céréales, le froment, le seigle, le maïs, l'orge, le sarrazin et l'avoine ont été pris sous les formes que l'on rencontre d'ordinaire dans le commerce; le riz, au contraire, a été retiré par nous des grains de paddy et nous avons analysé l'amande entière ou *riz rouge*, à l'exclusion de la dure enveloppe qui constitue la balle. Le café, le cacao

et le poivre noir provenaient tels quels du commerce, tandis que nous avons séparé les graines ou noyaux de dattes du péricarpe charnu et sucré qui les enveloppait. Les autres graines, depuis le radis, le pois et le lin jusqu'au chanvre, au ricin et au marron d'Inde, ont été analysées de telle manière que les chiffres que nous donnons se rapportent à la graine entière, c'est-à-dire à l'ensemble amande et tégument.

Faisons remarquer enfin, que, dans le cas des Ombellifères, où il est très difficile de séparer la graine du péricarpe et du calice qui la protègent, ce que nous avons étudié sous le nom communément employé de *graine* n'est autre que le fruit.

Pour l'analyse, les graines, ou prétendues telles, ont été d'abord bien nettoyées, parfois lavées et séchées, puis triées une à une et passées au moulin. Lorsque le tégument et l'amande étaient de consistances trop différentes, comme dans le cas du marron d'Inde, on a analysé séparément les deux parties et l'on a tenu compte, dans le calcul, de leurs proportions respectives comme de leurs teneurs propres en bore.

La méthode de dosage a été, comme dans nos recherches antérieures, la méthode microcolorimétrique, ce qui a permis d'opérer sur des prises d'essai de l'ordre du gramme (entre $0^{g},8$ et $1^{g},1$ dans la presque totalité des cas).

Graines.	Bore en mg/kg de matière sèche.	Graines.	Bore en mg/kg de matière sèche.
Avoine (G)	7,1	Moutarde blanche (C)	12,2
Cacao	7,8	Chanvre	12,5
Café	7,8	Orge (G)	13,3
Seigle (G)	8,9	Lentille (P)	13,4
Maïs (G)	9,4	Pois (P)	13,6
Riz (G)	9,4	Pavot	13,6
Persil	9,8	Céleri	13,7
Luzerne (P)	9,9	Trèfle incarnat (P)	13,7
Dattier	10,2	Pois chiche (P)	14,0
Blé (G)	10,4	Radis (C)	14,3
Tabac des paysans	10,4	Moutarde noire (C)	15,0
Marron d'Inde	10,6	Ricin	15,4
Fève (P)	10,7	Haricot (P)	16,7
Lin	10,7	Poivre	18,6
Soja (P)	11,1	*Iberis umbellata* (C)	18,7
Colza (C)	11,4	Anis	19,9
Sarrazin	11,4	Ciguë	20,6
Fenu grec	12,1		

Les résultats actuels de cette étude sont présentés dans le tableau ci-contre par ordre croissant de la teneur en bore, rapportée à la matière sèche. Les majuscules G, P et C, apposées aux noms des graines, indiquent que celles-ci appartiennent aux familles des Graminées, des Papilionacées et des Crucifères.

Un examen quelque peu attentif de ces résultats permet de faire plusieurs remarques intéressantes.

En premier lieu, le bore existe dans toutes les graines examinées, ce qui étend à ces importants organes de conservation et de multiplication une règle de caractère général qui n'avait encore été démontrée expérimentalement que pour les appareils végétatifs.

On rencontre le bore dans les graines à des teneurs comprises entre $7^{mg},1$ et $20^{mg},6$ par kilogramme de matière sèche, c'est-à-dire à des doses ne différant pas les unes des autres de plus de 1 à 3.

Chez les plantes qui les produisent, les quantités de bore sont beaucoup plus variables, elles ont été trouvées jusqu'ici entre $2^{mg},3$ et 95^{mg} par kilogramme de matière sèche, s'élevant ainsi dans un rapport qui va de 1 à 40.

La compression dans les teneurs en bore, quand on passe des plantes aux graines, tend à masquer la règle de répartition du métalloïde entre les groupes végétaux sur laquelle nous sommes revenus il y a peu de temps [1], mais elle ne la masque pas en entier : les graines de Graminées sont toujours parmi les plus pauvres, celles de Papilionacées et de Crucifères se tiennent le plus souvent encore en bonne place.

Une nouveauté apparaît : les graines d'anis et de ciguë, qui appartiennent à la famille des Ombellifères, sont celles qui, de toute la liste, renferment le plus de bore. Mais il ne faut pas oublier, avant de tirer de ces exemples une conclusion que ne sanctionneraient peut-être pas de nouvelles recherches, l'observation que nous avons faite plus haut au sujet des prétendues *graines* d'Ombellifères.

Enfin une conséquence de particulier intérêt physiologique découle de l'inégale concentration du métalloïde dans les graines et dans les plantes. Chez les espèces qui sont relativement riches en bore, les graines renferment des proportions de métalloïde notablement plus petites que les plantes. C'est l'inverse qui se produit chez les espèces les plus pauvres. Tout se passe comme s'il existait chez ces dernières un mécanisme compensateur assurant à la graine un approvisionnement en bore peu éloigné de

---

(1) *Comptes rendus*, **211**, 1940, p. 624.

celui qui existe dans les graines des espèces les mieux pourvues. Le passage des substances minérales du corps de la plante dans les graines n'est donc peut-être pas aussi simple qu'on l'avait d'abord supposé.

CORRESPONDANCE.

ASTROPHYSIQUE. — *Nouvelle identification dans le spectre solaire de bandes appartenant à la molécule* CH. Note ([1]) de M. **Jean Dufay**, transmise par M. Charles Fabry.

1. La molécule CH est représentée dans le spectre solaire par la bande 4300 Å, constituant important de la bande G, et par des bandes plus faibles vers 3900 et 3143 Å ([2]). Il s'agit des transitions $0 \rightarrow 0$ des systèmes $^2\Delta \rightarrow {}^2\Pi$, $^2\Sigma^- \rightarrow {}^2\Pi$ et $^2\Sigma^+ \rightarrow {}^2\Pi$.

L'analyse complète de la bande de Raffety, que j'ai effectuée récemment à partir des mesures précises de H. Grenat ([3]), me conduit à la considérer comme la bande $1 \rightarrow 1$ du système $^2\Sigma^- \rightarrow {}^2\Pi$. De même, une analyse plus sommaire de la bande 3157 Å, faite d'après les mesures de Richardson-Pettit ([2]), confirme le fait qu'il s'agit de la bande $1 \rightarrow 1$ du système $^2\Sigma^+ \rightarrow {}^2\Pi$. Il est donc indiqué de rechercher si ces deux bandes figurent dans le spectre solaire, en comparant les longueurs d'onde mesurées au laboratoire à celles des raies solaires contenues dans la Révision des Tables de Rowland ([4]).

2. *Bande de Raffety.* — Sur 50 raies mesurées par Grenat, 20 coïncident à peu près avec des raies solaires identifiées d'une manière certaine ou très probable. Le tableau I montre que, parmi les 30 autres, 29 coïncident avec des raies solaires non identifiées. Les différences de longueurs d'onde atteignent au plus 0,040 Å; leur moyenne algébrique est inférieure à 0,001 Å; leur moyenne quadratique est 0,018 Å (Richardson a trouvé 0,013 Å dans le cas de la bande 3900). Pour 24 raies les écarts ne dépassent pas 0,025 Å.

([1]) Séance du 16 juillet 1941.

([2]) R. S. Richardson, *Astrophysical Journal*, 77, 1933, p. 195.

([3]) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 1553.

([4]) *Carnegie Institution of Washington*, Publ. n° 396, 1928.

TABLEAU I.

λ⊙.	i⊙.	Δλ(⊙ — CH).	CH.	λ⊙.	i⊙.	Δλ(⊙ — CH).	CH.
4025,311	—2	+0,011	$R_2(4)$	4044,384	—1	—0,011	$P_2(2)$
4025,826	2	—0,005	$R_1(4)$	4048,077	1 N	+0,012	$Q_1(5)$
4026,073	0	—0,019	$R_1(3)$, $R_2(5)$	4057,736	—2	+0,005	$P_2(4)$
4026,314	—1	+0,030	$R_2(2)$	4059,227	0	+0,018	$Q_2(7)$
4027,252	—1	—0,006	$R_1(2)$	4059,508	0	+0,012	$Q_1(7)$
4027,945	0	+0,025	$R_2(6)$	4066,006	—1	—0,017	$P_1(5)$
4029,450	0N	+0,012	$R_1(1)$	4066,286	0	+0,004	$Q_1(8)$
4033,800	—1	+0,001	$Q_2(1)$	4074,339	0N	+0,002	$P_2(6)$
4036,668	—2	—0,012	$Q_1(1)$	4074,686	2	—0,015	$P_1(6)$
4037,124	2	—0,016	$Q_2(2)$	4075,319	0Nd?	—0,003	$Q_1(9)$
4037,440	—2	+0,037	$^{R}Q_{1-2}(1)$	4084,000	0Nd?	—0,022	$P_2(7)$
4038,126	0	+0,011	$Q_1(2)$	4084,328	0N	—0,025	$P_1(7)$
4040,511	—1N	—0,010	$Q_1(3)$	4094,700	0N	—0,019	$P_2(8)$
4043,363	0N	+0,040	$Q_2(4)$	4106,736	0N	—0,006	$P_1(9)$
4043,809	0	—0,021	$Q_1(4)$				

3. *Bande* 3157 Å. — Richardson a mesuré les longueurs d'onde de 27 raies de la bande 3157 Å non superposées à des raies de la bande 3143. 15 d'entre elles peuvent être considérées comme masquées, dans le spectre solaire, soit par des raies métalliques connues, soit par des raies de la bande de OH. A chacune des 12 autres, on peut faire correspondre une raie solaire non identifiée, comme le montre le tableau II. Mais la moyenne algébrique des différences de longueurs d'onde atteint cette fois + 0,028 Å. Richardson avait trouvé une différence de même sens et du même ordre de grandeur (+ 0,038 Å) entre les longueurs d'onde des raies solaires et celles de la bande 3143, en utilisant la série de mesures dont je me sers pour la bande 3157. Compte tenu de cette différence systématique, la moyenne quadratique des écarts, tous inférieurs à 0,030 Å, devient 0,018 Å (0,019 Å dans le cas de la bande 3143).

TABLEAU II.

λ⊙.	i⊙.	Δλ — 0,028.	CH.	λ⊙.	i⊙.	Δλ — 0,028.	CH.
3123,562	1	—0,028	R(14)	3194,525	1	—0,018	P(13)
3128,387	0	+0,017	R(11)	3201,013	1	+0,028	P(15)
3134,397	1	+0,028	R(8)	3204,285	2Nd?	—0,001	P(16)
3145,991	1	+0,003	R(3)	3211,285	—1	—0,015	P(18)
3164,686	1	—0,017	P(3)	3214,865	—2	+0,010	P(19)
3191,415	0	—0,019	P(12)	3226,892	—1	+0,009	P(22)

4. Un calcul simple permet d'évaluer le nombre probable des coïncidences fortuites (à 0,03 ou 0,04 Å près) entre les raies solaires et celles de CH. La valeur obtenue est très voisine du nombre des coïncidences observées avec les raies solaires déjà identifiées. Mais, pour les deux bandes, le nombre des coïncidences observées avec des raies solaires non identifiées est environ trois fois plus grand que le nombre probable des coïncidences fortuites.

On s'attend d'autre part à ce que les raies solaires attribuées à la bande de Raffety et à la bande 3157 Å soient, en moyenne, plus faibles que les raies attribuées aux bandes $0 \rightarrow 0$ des mêmes systèmes. La diminution de l'intensité moyenne des raies solaires est effectivement bien marquée, quand on passe de la bande 3900 Å à la bande de Raffety (près d'une unité et demie de l'échelle de Rowland); elle est moins nette quand on passe de la bande 3143 à la bande 3157 Å (moins d'une demi-unité de l'échelle).

En définitive, on peut tenir pour certaine la présence de la bande de Raffety dans le spectre solaire et pour très probable celle de la bande 3157 Å.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur la mesure des intensités totales des raies dans les spectres stellaires.* Note de MM. **Daniel Barbier**, **Daniel Chalonge** et Mlle **Nina Morguleff**, présentée par M. Ernest Esclangon.

La mesure de l'intensité totale d'une raie spectrale comporte la détermination précise de son contour, puis la mesure de l'aire comprise entre ce contour et le fond continu sur lequel se détache la raie. Cette méthode est d'une application pénible et devient théoriquement illusoire lorsque la dispersion et le pouvoir résolvant du spectrographe utilisé sont faibles. Öhman (1) a démontré et vérifié que l'on peut, dans ce cas, obtenir une bonne évaluation de l'intensité totale des raies d'un spectre stellaire à partir d'un enregistrement microphotométrique de ce spectre fait avec une fente (du microphotomètre) plus large que les raies les plus larges que l'on se propose d'étudier : l'intensité totale d'une raie est alors représentée par la valeur de $\log I_0/I$, où I représente l'intensité du point le plus bas du crochet qui figure cette raie et I_0 l'intensité du fond continu à la même longueur d'onde (2).

Nous avons appliqué la méthode d'Öhman à l'étude des raies H_γ, H_δ

(1) *Nova Acta Reg. Scient. Upsal.*, 4e série, 6, n° 5, 1925.

(2) Ce fond continu étant obtenu par interpolation.

et K des spectres stellaires qui nous ont servis lors de nos recherches sur le fond continu des étoiles (³). Nous avons vérifié tout d'abord, que, pour des déterminations portant sur les mêmes étoiles, nous étions en bon accord avec Öhman, prouvant ainsi que de telles mesures sont indépendantes des observateurs, de leur matériel et des variantes du mode opératoire et possèdent par suite une valeur propre.

Nous avons comparé ensuite nos résultats aux déterminations très précises faites, à partir du contour des raies, par S. Günther (⁴), sur des étoiles dont un grand nombre sont communes avec celles que nous avons considérées (⁵). Les deux séries de mesures sont bien comparables pour les intensités faibles, mais divergent très notablement pour les intensités fortes. Si l'on représente, sur un graphique, chaque détermination de l'intensité d'une raie stellaire (H_γ, par exemple) par un point ayant pour abscisse le résultat de Günther et pour ordonnée le nôtre, les divers points se placent au voisinage immédiat d'une courbe : les écarts entre les points individuels et cette courbe sont du même ordre de grandeur que nos erreurs de mesure. Il est en outre important de noter que c'est la même courbe qui convient pour toutes les étoiles quels que soient leur type spectral, leur magnitude ou leurs caractéristiques secondaires (supergéantes, étoiles à émission). On peut donc conclure que la méthode de la fente large permet bien de faire des déterminations d'intensité totale de raies, mais dans une échelle arbitraire qu'il est d'ailleurs facile d'étalonner par comparaison avec les données fournies par la méthode correcte indiquée au début de cette Note.

Notre étude a porté sur 200 étoiles et nous a conduits aux conclusions suivantes :

1° Les intensités des raies H_γ et H_δ sont en corrélation très étroite entre elles. Il suffit, par suite, de comparer l'une d'elles aux autres paramètres intéressants.

2° Pour les étoiles normales, H_γ passe par un maximum au voisinage du type spectral A2 et K croît constamment lorsqu'on va des premiers types vers les types plus avancés.

3° Pour les étoiles supergéantes, H_γ varie assez peu et passe par un

(³) *Annales d'Astrophysique* (sous presse).

(⁴) *Veröff. Sternwarte Göttingen*, 1933, n° 36.

(⁵) Günther avait lui-même comparé ses mesures à celles d'Elvey et de E. G. Williams et vérifié l'accord des trois groupes de déterminations : il suffit donc de comparer nos résultats à ceux de Günther.

maximum peu accentué vers le type FO. La raie K, qui est plus faible que pour les étoiles normales pour le type A, devient, en moyenne, plus forte pour le type F; les résultats ont, toutefois, une dispersion considérable.

4° Nous avons comparé les intensités de H_γ et K à la grandeur et à la position de la discontinuité de Balmer qui, ainsi que nous l'avons déjà indiqué (6), sont deux variables en liaison très étroite avec le type spectral et la magnitude absolue (7).

L'intensité de H_γ est fonction des deux grandeurs considérées ici; celle de K ne présente avec elles qu'une corrélation assez lâche.

5° Les intensités totales des raies H_γ, H_δ sont naturellement plus faibles pour les étoiles à émission que pour les étoiles normales.

6° L'intensité totale (en émission) des raies H_γ et H_δ de Gamma Cassiopeiæ a été suivie de 1935 à 1939. Elle a passé par un maximum vers la fin de 1937.

ULTRASONS. — *La modulation de la lumière en haute fréquence par les ondes stationnaires ultrasonores.* Note (1) de M. **Georges Goudet**, présentée par M. Aimé Cotton.

La modulation de la lumière à fréquence élevée (de l'ordre de 10^7) peut être réalisée soit par excitation en haute fréquence d'un tube à gaz raréfié, soit par la cellule de Kerr, soit enfin par la diffraction de la lumière par les ondes stationnaires ultrasonores (2). Ce dernier procédé présente plusieurs avantages : à l'inverse du premier, il fournit une modulation profonde; à l'inverse du second, il est utilisable sans difficulté dans l'ultraviolet, et il n'exige qu'une puissance et une tension oscillantes infimes.

Le dispositif modulateur est représenté figure 1 : Q est une lame de quartz piézoélectrique carrée de 35^{mm} de côté, à faces perpendiculaires à l'axe électrique. Elle est taillée de manière à reposer sur son plan médian qui

---

(6) *Annales d'Astrophysique*, 2, 1939, p. 254.

(7) Unsöld et Struve ont récemment (*Astroph. Journal*, 91, 1940, p. 365) déterminé le nombre de raies de Balmer observables dans diverses étoiles. Ce nombre, ainsi que nous l'avons montré, est fonction des deux grandeurs relatives à la discontinuité de Balmer.

(1) Séance du 16 juillet 1941.

(2) Lucas et Biquard, *J. de Ph.*, 3, 1932, p. 464; Maercks, *Ph. Z.*, 37, 1936, p. 562; Becker, *Z. Hochfrequenztech.*, 48, 1936, p. 89.

est un plan nodal de vibration et recouverte sur ses deux faces d'aluminium par évaporation dans le vide. Elle est excitée sur son harmonique 3, de fréquence N 9,558.10^6, à l'aide d'un oscillateur à deux étages (6 L 6 et 807 RCA) piloté par quartz. R est un réflecteur-plan d'acier inoxydable amené par réglage optique à être parallèle à Q.

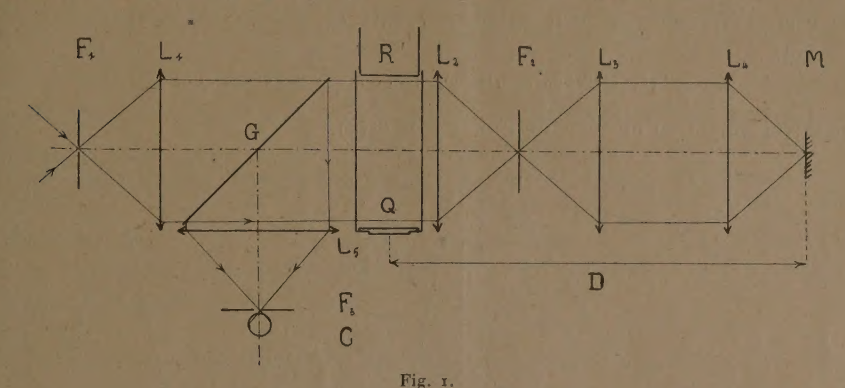


Fig. 1.

Le liquide, siège d'ondes stationnaires, placé entre Q et R, est du xylène. La cuve modulatrice est éclairée en lumière blanche parallèlement aux plans d'onde (fente F_1 et lentille L_1). La lentille L_2 donne dans son plan focal les spectres de diffraction. La fente F_2, placée dans ce plan, permet d'isoler la tache centrale dont l'éclairement est modulé à la fréquence 2N.

Détermination de la courbe de modulation. — Soit $\Phi(t)$ le flux lumineux qui traverse la fente. Il n'est pas possible de déterminer la fonction Φ en calculant l'amplitude P_0 de pression aux ventres de l'onde stationnaire, puis l'amplitude d'indice de réfraction correspondante (formule de Lorentz-Lorenz), et en appliquant alors les formules de diffraction de Raman et Nagendra Nath. Ces formules ne sont en effet valables [2] que sous la condition

$$\frac{l\lambda}{\lambda_2^2} < \frac{1}{2}$$

(l, largeur du faisceau ultrasonore; λ, longueur d'onde lumineuse; λ_2, longueur d'onde ultrasonore). Or, dans le cas étudié qui correspond à des conditions de bonne stabilité et de modulation profonde, $l\lambda/\lambda_2^2$ est supérieur à 1.

(2) Rytov, *Actualités Scientifiques et Industrielles*, Paris, 613.

Pour déterminer expérimentalement la fonction $\Phi(t)$, il suffit de faire parcourir au faisceau modulé un chemin optique variable D et de lui faire traverser une seconde fois la cuve modulatrice.

Il est alors dévié sur le côté par une glace semi-platinée G. Le flux qui va former la nouvelle tache centrale est reçu sur une cellule photoélectrique qui en mesure la valeur moyenne φ.

Soit

$$\Phi(t) \equiv \Phi_0(a_0 + a_1 \cos \omega t + \ldots + a_n \cos n \omega t + \ldots)$$

le développement en série de Fourier de $\Phi(t)$.

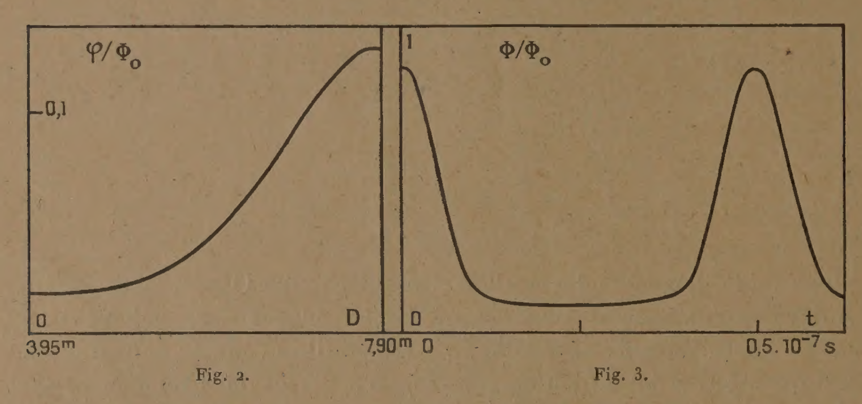


Fig. 2. Fig. 3.

Le flux φ est une fonction périodique de D, dont la période est $\Lambda/2 = c/4\mathrm{N}$ (c, vitesse de la lumière; Λ, longueur d'onde de modulation) et le développement

$$\varphi(\mathrm{D}) \equiv \Phi_0\left(a_0^2 + \frac{a_1^2}{2}\cos 2\pi' \frac{2\mathrm{D}}{\Lambda} + \ldots + \frac{a_n^2}{2}\cos 2\pi \frac{n\,2\mathrm{D}}{\Lambda} + \ldots\right).$$

Il suffit de faire varier D sur un intervalle de $\Lambda/4$ pour déterminer complètement la courbe $\varphi(\mathrm{D})$ et par suite la courbe de modulation $\Phi(t)$.

La discussion de la stabilité des ondes stationnaires ([3]) a montré que, pour une distance d du réflecteur au quartz égale à $2^{\mathrm{cm}},8$, la température doit être maintenue constante au centième de degré.

Cette condition est réalisée au moyen d'un régulateur de température commandé par un thermomètre à résistance de nickel. Cette résistance constitue une branche d'un pont de Wheatstone dont une diagonale est

---

([4]) G. Goudet, *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 117.

alimentée en courant alternatif; l'autre diagonale est reliée par un transformateur accordé à l'entrée d'un amplificateur d'une puissance de 20 watts qui débite dans une résistance chauffante placée dans la cuve à ultrasons. Une hélice établit dans celle-ci une circulation du liquide afin d'uniformiser la température.

Les résultats des mesures de $\varphi^{(D)}/\Phi_0$ sont traduits par la courbe 2, dont on déduit, à l'aide des formules établies plus haut, la courbe de modulation 3. Cette dernière montre que la modulation est profonde, le minimum de Φ étant égal à $1/10^e$ du maximum, et brusque, ce qui est avantageux pour les applications.

ÉLECTRICITÉ. — *Un procédé électrostatique pour entretenir les vibrations des diapasons et des verges*. Note (¹) de M. **Pierre Grivet**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les expériences ont porté sur des diapasons, en acier ordinaire, vibrant à 500 ou 1000 cycles dans l'air, et sur des barres d'acier en vibration longitudinale à 5000 cycles par seconde.

Le montage pour un diapason est représenté figure 1. L'appareil est

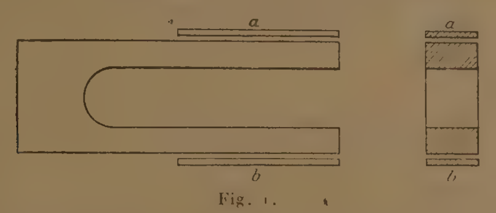


Fig. 1.

connecté électriquement à la masse; parallèlement à chacune de ses branches, et à $5/10^e$ de millimètre de distance se trouvent deux plaquettes métalliques isolées, *a* et *b*. L'une, *a*, sert de microphone électrostatique; l'autre, *b*, joue le rôle d'*actuateur électrostatique*: elle reçoit la tension microphonique amplifiée et l'attraction électrique qu'elle exerce sur la verge du diapason entretient le mouvement.

L'amplification des tensions microphoniques a été réduite au minimum (un étage) en employant un type de microphone très sensible, le modèle dit à *onde porteuse*. Le schéma de l'installation est indiqué sur la figure 2.

(¹) Séance du 4 août 1941.

Un quartz donne une tension de haute fréquence stable N; cette tension excite un circuit oscillant dont le condensateur est la capacité existant entre la plaquette microphonique *a* et le diapason. Les caractéristiques du circuit sont choisies de manière à ce que le milieu d'un des flancs de la courbe de résonance tracée à fréquence variable corresponde à la fréquence N. Dans ces conditions, la tension haute fréquence qui se manifeste aux bornes du circuit est modulée en amplitude à la fréquence *n* du diapason lorsque ce dernier vibre; car le mouvement de la branche du diapason fait varier au même rythme la capacité d'accord du circuit et la tension à ses bornes. La tension modulée est détectée par *courbure plaque*

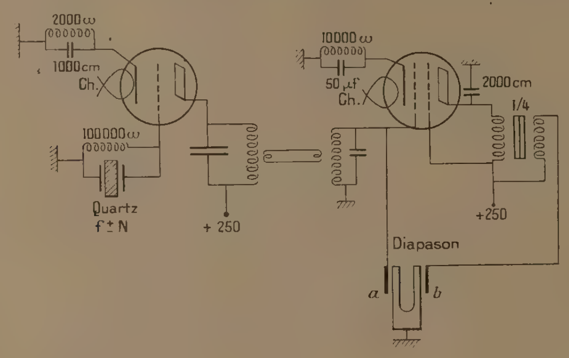


Fig. 2.

dans une lampe 6 V 6. La tension de basse fréquence *n* qui en résulte est appliquée à la plaque *b*. L'attraction électrostatique de la plaque *b* étant proportionnelle au carré de sa tension, il faut, pour qu'elle garde la fréquence *n*, superposer à la tension basse fréquence, une tension continue de valeur supérieure; j'ai utilisé à cet effet la tension de 250 volts qui alimente les plaques des lampes.

La sensibilité obtenue est surabondante, et avec un millimètre d'entrefer entre les plaques et le diapason, on a une amplitude supérieure à 5/10ᵉ de millimètre.

En vibration longitudinale, les barres vibrent moins facilement; il faut diminuer les entrefers et ajouter un étage d'amplification basse fréquence.

Deux sortes d'applications sont à envisager :

1° *Métrologie*. — La qualité du diapason comme étalon de fréquence est améliorée parce qu'on supprime une cause importante d'amortissement, gênante dans le procédé classique, le champ magnétique permanent. De

plus on peut opérer avec des amplitudes très petites, pour lesquelles l'amortissement dû au frottement interne du métal est réduit. C'est ainsi qu'une tension alternative de 10 volts sur la plaque *b* permet d'entretenir une amplitude de l'ordre de 1/100ᵉ de millimètre, d'une manière très stable.

On rend aussi l'instrument plus commode parce que le système d'entretien est entièrement apériodique et fonctionne sans modification dans une très large gamme de fréquences. L'utilisation des barres, moyennant la complication d'une lampe supplémentaire, permet d'atteindre un domaine de fréquences inaccessible aux diapasons ordinaires.

Enfin il devient possible d'employer d'autres substances que l'acier pour fabriquer le diapason, en particulier le quartz fondu, à surface aluminée; c'est la substance qui présente la meilleure stabilité moléculaire pour la construction d'étalons.

2° *Métallurgie*. — On peut utiliser pour l'isolement des plaquettes d'entretien des matériaux réfractaires comme la stéatite et construire un diapason de petites dimensions, qui, mis dans un four, vibrera jusqu'à des températures élevées. Par une simple mesure de fréquence, on pourra déterminer la valeur du module d'Young et sa variation avec la température.

La méthode est applicable à tous les alliages puisque les propriétés magnétiques n'interviennent pas dans ce procédé.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Générateur d'impulsions (de fréquence, d'amplitude et de phase réglables)*. Note [1] de M. **Roger Dehors**, présentée par M. Aimé Cotton.

L'appareil que j'ai réalisé permet d'engendrer dans un circuit des impulsions périodiques de courant présentant les caractères suivants :

1° elles sont toutes de même signe;

2° leur durée, réglable d'une manière continue, est inférieure ou égale à une demi-période de la source alternative qui alimente l'appareil;

3° leur amplitude est réglable dans de larges limites, et peut atteindre plusieurs dizaines d'ampères;

4° leur phase, par rapport à celle de la source d'alimentation, est réglable également;

---

[1] Séance du 21 juillet 1941.

5° elles sont stables, et leur fréquence peut être un sous-multiple quelconque de celle de la source;

6° enfin elles peuvent avoir le caractère de trains périodiques comportant plusieurs impulsions consécutives.

Principe de fonctionnement. — L'appareil comporte deux circuits principaux, pourvus respectivement des thyratrons T et T′, l'un chargé de la commande de la grille de l'autre.

Le premier circuit, monté en *base de temps* classique ([2]), est constitué par les circuits de charge et de décharge d'un condensateur. La décharge s'effectue à travers le thyratron T sur une résistance réglable R; elle est contrôlée par la grille de ce tube, polarisée d'une part au moyen d'une tension proportionnelle au contact de charge, d'autre part au moyen d'une faible tension alternative de synchronisation à la fréquence f de la source principale. Cette disposition permet d'obtenir, aux bornes de la résistance R, de brèves impulsions de tension synchronisées sur un sous-multiple quelconque de f.

Le deuxième circuit comporte le thyratron T′ fonctionnant en interrupteur synchrone, et ne permettant à la source de débiter sur le circuit d'utilisation que pendant une fraction de demi-période, depuis l'époque d'une impulsion du premier circuit jusqu'à l'annulation de la tension alternative.

Il en résulte dans le circuit d'utilisation des impulsions de fréquence f/n toutes de même signe, ayant la forme d'une portion de sinusoïde. Leur fréquence peut être modifiée dans de grandes limites en agissant sur la capacité et la résistance du circuit de charge du condensateur. Leur durée se règle au moyen d'un déphaseur à tension constante, intercalé entre la source principale et la grille du tube T. Leur amplitude, limitée par les caractéristiques du thyratron T′ (valeurs maxima du courant anodique moyen et du courant anodique de crête) est contrôlée par un rhéostat en série avec le circuit d'utilisation. Si l'on insère entre la source et l'ensemble du montage un déphaseur d'induction, de puissance convenable, la phase des impulsions peut être modifiée de façon continue de 0 à 360°. Enfin, si l'on augmente suffisamment la résistance R du circuit de décharge, il en résulte, dans le premier circuit, des impulsions de durée supérieure à plusieurs demi-périodes de la source; ces longues impulsions, attaquant

---

([2]) Voir en particulier D. M. Duinker, *Revue technique Philips*, 1, 1936, p. 11.

la grille du tube T', donnent naissance à des trains d'impulsions de fréquence f/n.

Réalisation. — Nous avons réalisé, aux Laboratoires du Centre national de la Recherche scientifique à Bellevue, sous la direction de M. Pauthenier, un générateur de ce genre, destiné à nos travaux sur la démultiplication de fréquence ferromagnétique.

Il comporte les deux thyratrons monogrille nos 4686 et 4690. Dans le circuit du premier, la capacité C, variable de 0,05 à 20 microfarads, se charge à travers une résistance réglable de 100000 ohms, à une tension voisine de 350 volts, et se décharge sur la résistance R dont la valeur maximum est de 6000 ohms. La deuxième partie du montage est alimentée par un régulateur d'induction triphasé, monté en déphaseur monophasé. Un transformateur intermédiaire élève la tension à 450 volts, et fournit, en outre, la tension de synchronisation du tube T.

L'appareil, alimenté à 50 périodes, nous a donné de bons résultats. Il nous paraît susceptible, grâce à ses multiples réglages, et à sa commodité d'emploi, de rendre des services en électrotechnique.

PHOTOMÉTRIE. — *Un spectrophotomètre enregistreur de construction simple.* Note (1) de MM. **Georges-Albert Boutry** et **Jean Gillod**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les cellules photoélectriques utilisées jusqu'à présent pour la comparaison des flux lumineux, même lorsqu'il s'agit de cellules à vide, ne sont pas toujours fidèles et leurs réponses ne sont qu'approximativement proportionnelles aux flux reçus. L'amplification des courants obtenus peut introduire de nouvelles déformations et causer de l'instabilité. Aussi a-t-on le plus souvent renoncé, dans l'exécution de mesures que l'on voudrait précises, à la méthode si simple et si séduisante de l'enregistrement direct des courants fournis par la cellule ou de ces mêmes courants amplifiés. C'est pourquoi les spectrophotomètres photoélectriques les plus souvent décrits utilisent des méthodes de déviation constante (2) ou des méthodes

---

(1) Séance du 4 août 1941.

(2) Von Halban et Siedentopf, *Zeit. f. Phys. Chem.*, 100, 1922, p. 208; Perfect et Dobson, *Phys. Soc. London*, 1930, pp. 174 et 185.

différentielles à deux cellules (³). Les mesures exigent alors des pointés longueur d'onde par longueur d'onde, ce qui est fastidieux et parfois aléatoire; quand on veut le rendre enregistreur, l'appareil devient très compliqué (⁴). Dans les deux cas la précision limite que permet la méthode est rarement atteinte, si l'on tient compte des nombreuses erreurs accidentelles introduites par des montages aux réglages multiples et ardus. Aussi la plupart de ces appareils ne se sont guère répandus.

Pour construire un spectrophotomètre enregistreur précis aussi simple et robuste que possible, nous sommes revenus à la méthode de simple déviation (mesures croisées), ce que l'emploi de cellules photoémissives d'un type nouveau, fidèles et capables de fournir des courants proportionnels à mieux que 1/1000ᵉ près aux flux lumineux qu'elles reçoivent, semble permettre de faire (⁵). Les courants photoélectriques sont envoyés dans un amplificateur de courants continus à un seul étage dans lequel un

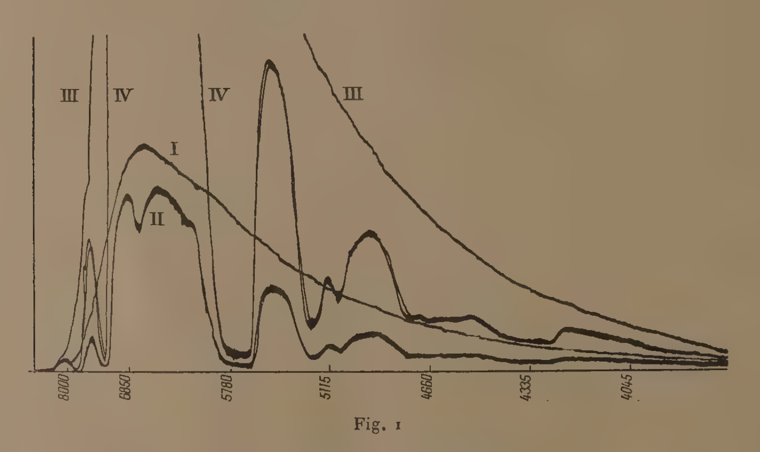


Fig. 1

montage très simple permet d'annuler pratiquement la dérive et d'obtenir une très bonne stabilité (⁶). Le courant amplifié reste proportionnel au

---

(³) Follet, *Proc. Phys. Soc.*, **46**, 1934, p. 499; Woodward, *Proc. Roy. Soc.*, **114**, 1934, p. 118.

(⁴) Mulder et Razek, *Jour. Opt. Soc. Am.*, **20**, 1930, p. 155; Hardy, *ib.*, **18**, 1929, p. 96.

(⁵) Boutry, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 120; Boutry et Gillod, *ib.*, **206**, 1938, p. 1807; *Philos. Mag.*, 7ᵉ série, **28**, 1939, p. 163.

(⁶) Gillod, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1080.

courant initial, avec une erreur variant de 1 à 5/1000e lorsque l'amplification de son intensité croît de 40 à 40000.

En associant cette cellule et cet amplificateur à un monochromateur double, un dispositif mécanique évident nous a permis d'enregistrer directement en fonction de la longueur d'onde les courants photoélectriques amplifiés et mesurés par un galvanomètre robuste. Pour chaque longueur d'onde, l'ordonnée sur la courbe obtenue est proportionnelle au flux lumineux monochromatique reçu par la cellule.

La figure 1 est la reproduction d'un des clichés photographiques ainsi obtenus. Les courbes I et III sont obtenues pour deux amplifications différentes, en éclairant la fente d'entrée du monochromateur avec la lumière blanche d'une lampe à ruban de tungstène alimentée à tension constante. Les courbes II et IV sont obtenues avec les mêmes amplifications lorsqu'on interpose sur le trajet du faisceau lumineux fourni par cette source dans des conditions identiques un filtre coloré (verre de didyme). En fait

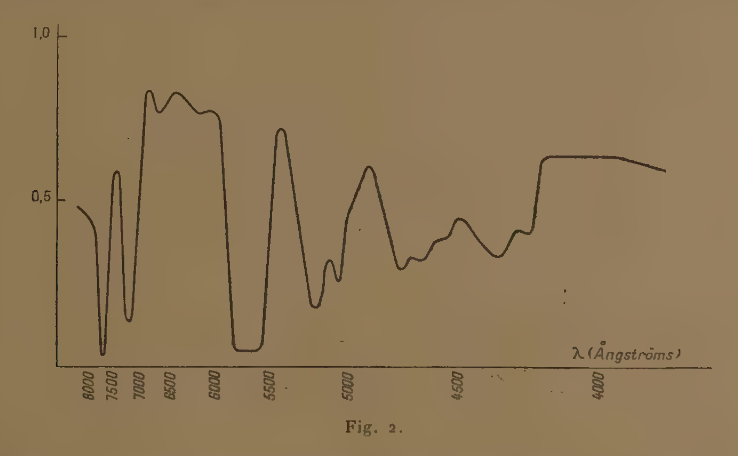


Fig. 2.

ces deux dernières courbes ont été enregistrées deux fois sur le même cliché, dans des conditions rendues délibérément défavorables : leur superposition renseigne immédiatement, pour une grande part, sur le degré de fidélité et de précision de l'appareil.

On comprend que les quotients obtenus en faisant le rapport des ordonnées correspondantes des courbes I et II d'une part, III et IV d'autre part, sont à la fois indépendants de la composition et de l'intensité de la lumière fournie par la source, de la transparence du monochromateur, de

la sensibilité spectrale de la cellule, de l'amplification utilisée, pourvu que cet ensemble reste invariable pendant le tracé des courbes. La figure 2, déduite de la mesure de ces quotients, donne les variations du facteur de transmission du verre de didyme utilisé avec la longueur d'onde. La durée de l'enregistrement de l'ensemble des quatre courbes ne dépasse pas 10 minutes.

Dans les expériences actuelles, la largeur de la bande transmise par le monochromateur vers le milieu du spectre visible est de l'ordre de 25 Å. La construction des monochromateurs doubles actuels permet difficilement de diminuer beaucoup cette largeur. Nous espérons y parvenir avec un monochromateur simple d'un type nouveau, dont la construction est en cours et appliquer le nouvel ensemble à la photométrie des sources lumineuses fortement colorées.

OPTIQUE. — *Sur les propriétés optiques du chrome en lames très minces.* Note [1] de M. **Marcel Perrot**, transmise par M. Charles Fabry.

Quand on examine les courbes donnant pour une longueur d'onde déterminée les variations des constantes optiques des métaux en fonction du nombre atomique, on constate que l'indice de réfraction est minimum pour les métaux du groupe I (Na, K, Cu, Rb, Ag, Ca, Au), et qu'il est maximum pour les éléments Si, Cr, Ga, Mo, Sb, Re. Jusqu'à ce jour on a surtout étudié les propriétés optiques des métaux en lames minces appartenant au premier groupe. Il est donc intéressant d'expérimenter sur des métaux possédant un très fort indice de réfraction.

Pour cela j'ai déterminé les facteurs de réflexion et de transmission de lames très minces de chrome, métal qui, pris à l'état massif, a un indice de réfraction ν 3,59 et un indice d'extinction χ 4,52 pour la longueur d'onde λ5890 Å.

Les lames minces de chrome sont préparées par projection cathodique à partir d'une cathode obtenue électrolytiquement sur support d'aluminium. L'appareillage employé est classique [2]; j'ai toutefois rendu la cathode mobile par un dispositif électromagnétique. La lame prismatique de verre, sur laquelle se projette le métal, est placée sur une anode refroidie par un

---

(1) Séance du 28 juillet 1941.

(2) Voir par exemple Rouard, *Revue d'Optique*, 17, 1938, p. 2.

courant d'eau. Un dispositif magnétique extérieur à la cloche permet les déplacements d'un écran de mica pouvant servir de cache à la lame à métalliser.

L'épaisseur des lames est déterminée par pesée à la microbalance. Dans mes diverses expériences elle a varié entre 0 et $100^{m\mu}$ environ.

Les facteurs de réflexion air-métal (R), métal-verre (R'), sous l'incidence normale et de transmission (T), des lames minces de chrome, sont obtenus au moyen d'une cellule photoélectrique à couche d'arrêt. On compare directement les flux réfléchis et transmis au flux incident et l'on en déduit les facteurs de réflexion et de transmission.

L'étude est faite pour quatre radiations de l'arc en mercure, séparées à l'aide d'un jeu de filtres optiques.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant.

aisseur n mμ.	Coloration en lumière réfléchie.	λ......... 3660 Å.			4358 Å.			5461 Å.			5780 Å.		
		R.	R'.	T.	R.	R'.	T.	R.	R'.	T.	R.	R'.	T.
0......	–	0,042	0,042	0,96	0,042	0,042	0,96	0,042	0,042	0,96	0,042	0,042	0,96
8,2....	gris métallique bleuté	0,093	0,060	0,87	0,069	0,054	0,88	0,056	0,047	0,92	0,054	0,048	0,94
12,5....	»	0,123	0,090	0,79	0,097	0,078	0,89	0,068	0,062	0,90	0,065	0,063	0,91
19......	»	0,216	0,160	0,69	0,178	0,144	0,77	0,125	0,104	0,84	0,115	0,096	0,86
26,2....	»	0,246	0,216	0,63	0,233	0,206	0,71	0,187	0,171	0,77	0,178	0,163	0,79
40,5....	jaunâtre	0,135	0,099	0,67	0,193	0,169	0,73	0,207	0,185	0,76	0,202	0,187	0,76
47......	jaune	0,067	0,015	0,65	0,085	0,066	0,83	0,159	0,146	0,80	0,172	0,165	0,79
75......	rose violacé	0,197	0,120	0,52	0,086	0,056	0,79	0,061	0,054	0,88	0,084	0,078	0,88
91,5....	bleu	0,078	0,025	0,50	0,180	0,151	0,67	0,097	0,085	0,82	0,064	0,052	0,86

Ces nombres mettent en évidence, pour chaque longueur d'onde, l'existence de maxima et minima extrêmement nets pour les deux facteurs de réflexion air-métal et verre-métal; de plus les lames obtenues ont une très faible opacité.

Ces résultats sont entièrement nouveaux. Les autres métaux étudiés jusqu'ici (Ag, Au, Pt) montrent des facteurs de réflexion croissant régulièrement avec l'épaisseur. Les seules exceptions signalées jusqu'à ce jour sont celles des facteurs de réflexion de l'or et de l'argent déposés sur quartz pour les radiations de longueurs d'onde voisines de 3000 Å. Pour ces mêmes métaux, en général les facteurs de transmission décroissent régulièrement quand l'épaisseur de métal croît, et aux environs de $50^{m\mu}$ les lames obtenues absorbent la presque totalité du flux lumineux (pour λ 5780 Å et une épaisseur $45^{m\mu},6$, T = 2,8 % avec des lames d'argent déposées sur le quartz).

Les lames minces de chrome de même épaisseur laissent au contraire passer la plus grande partie du flux incident (pour λ 5780 Å et une épaisseur de $47^{m\mu}$, $T = 79\%$).

Ces propriétés nouvelles peuvent trouver des applications immédiates pour la préparation des lames d'étalons interférentiels de Perrot et Fabry destinés à l'étude de flux lumineux de très faible intensité.

Notons enfin que ces lames de chrome sont extrêmement adhérentes au support et inaltérables. Pour les détruire il faut avoir recours à une solution concentrée constituée par un mélange de potasse et de permanganate de potassium.

MAGNÉTOCHIMIE. — *Sur le paramagnétisme des solutions aqueuses de nitrate cuivrique.* Note (¹) de M. **Jean Amiel.**

L'étude magnétique des solutions aqueuses de nitrate cuivrique a été faite, de 1916 à 1919, par Mlle Jacobsohn, par Cabrera et Moles et par Cherbuliez; les résultats obtenus sont reproduits dans un Mémoire de Birch (²). Pour des dilutions croissantes, Mlle Jacobsohn trouvait une valeur constante du moment magnétique du cuivre bivalent, Cabrera et Moles avaient des nombres croissants, tandis que Cherbuliez obtenait un maximum suivi d'un minimum, puis d'une augmentation rapide vers une valeur limite de 10 magnétons de Weiss. Mais cet expérimentateur avait travaillé sur des solutions trop diluées (jusqu'à 0,0003 molécule au litre environ) pour que la précision des mesures permette, à mon avis, de conclure; de plus, l'hydratation des ions devait intervenir. J'ai donc repris cette étude.

Les mesures ont été faites par la méthode du cylindre. Le montage que j'ai utilisé, le mode opératoire, les corrections à faire ont été décrits par Pascal (³). J'ai pris comme étalon l'eau, avec une susceptibilité $\chi = 0,72 \times 10^{-6}$. Le tableau ci-contre donne le résultat de mes déterminations à 20° C. x est le nombre de molécules-grammes par litre de solution, $d_{20°}^{20°}$ la densité par rapport à l'eau à 20° C., $\varkappa_{20°}$ et $\chi_{20°}$ la susceptibilité magnétique rapportée respectivement à 1^{cm^3} et à 1^g de solution (préci-

(¹) Séance du 28 juillet 1941.

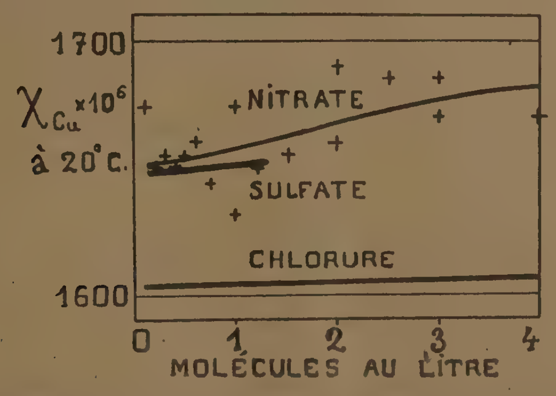
(²) *Journal de Physique et le Radium*, 6e série, 9, 1928, p. 137.

(³) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, 25, 1912, p. 289.

sion 0,5 % environ). La composition des liqueurs étant connue, j'en ai déduit, dans chacun des cas, la susceptibilité magnétique moléculaire du nitrate; en corrigeant celle-ci pour tenir compte du diamagnétisme de l'anion et du cathion, j'ai obtenu la susceptibilité magnétique atomique du cuivre bivalent, χ_{Cu} à 20°C. Les nombres donnés sont obtenus en faisant la moyenne des résultats de trois ou quatre expériences, et chaque expérience comporte six mesures.

x (mol/litre).	$d_{20°}^{20°}$.	$\varkappa_{20°}.10^6$.	$\chi_{20°}.10^6$.	$\chi_{Cu}.10^6$ à 20°C.
0,1	1,0155	—0,555	—0,546	1675
0,2	1,0312	—0,394	—0,382	1650
0,3	1,0472	—0,231	—0,221	1655
0,4	1,0623	—0,069	—0,065	1650
0,5	1,0772	0,096	0,089	1655
0,6	1,0932	0,262	0,240	1660
0,8	1,1227	0,579	0,516	1645
1	1,1535	0,914	0,792	1655
1,2	1,1820	1,236	1,046	1650
1,5	1,2262	1,733	1,413	1655
2	1,2998	2,592	1,994	1675
2,5	1,3684	3,450	2,521	1685
3	1,4385	4,256	2,959	1675
4	1,5730	5,903	3,733	1670
$(NO^3)^2Cu$, $3H^2O$ (sel solide).	2,335	15,2	6,5	1650

On voit sur la figure que cette grandeur χ_{Cu} décroît légèrement lorsque



la dilution augmente. On y voit aussi avec quel degré de précision mes mesures sont faites; déjà, pour $x = 0,1$, le calcul indique que

$$\Delta\chi_{Cu} = \pm 35 \times 10^{-6};$$

lorsque la dilution augmente encore, l'erreur varie à peu près comme l'inverse de x. On peut prendre en première approximation, dans le domaine étudié, cette susceptibilité magnétique atomique égale à sa valeur moyenne 1665×10^{-6}. La valeur correspondante de la quantité $\sqrt{3RT\chi_{Cu}}/1125$ (R étant la constante des gaz parfaits), qui représente le nombre de magnétons de Weiss dans l'hypothèse où les solutions satisfont à la loi de Curie, est 9,81.

J'ai représenté également sur la figure le résultat de mes mesures sur les solutions de sulfate et de chlorure cuivriques. On voit que la nature de l'anion intervient. Remarquons en outre que j'ai obtenu pour la susceptibilité magnétique atomique χ_{Cu} à 20° des valeurs plus élevées pour certains cupritétrachlorures organiques solides ([4]); le chiffre 1690×10^{-6} que j'ai indiqué devrait même être légèrement augmenté, car j'ai reconnu depuis que la valeur choisie pour l'étalon (sulfate cuivrique pentahydraté) que j'avais alors utilisé était un peu faible. Il est donc bien certain que les solutions de nitrate cuivrique ne permettent pas d'atteindre le moment magnétique des ions cuivriques Cu^{++} libres; la dissimulation magnétique provient de l'hydratation de ces ions. Il faut étudier l'influence de la température sur ce phénomène pour pouvoir déterminer correctement le point de Curie de ces solutions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude cinétique des phénomènes d'acidolyse.* Note de M. **André Chablay**, présentée par M. Marcel Delépine.

En collaboration avec H. Gault ([1]), j'ai exposé les résultats de mesures relatives à la détermination de la constante d'équilibre de la réaction réversible

$$R{-}COOH + R'{-}COOCH^3 \rightleftharpoons R{-}COOCH^3 + R'{-}COOH$$

et montré que la loi du déplacement de l'équilibre par variation de la concentration s'applique aux phénomènes d'acidolyse. Pour les raisons analytiques que nous avons signalées, les acides R—COOH réagissants, doivent être suffisamment solubles dans l'eau pour pouvoir être séparés de l'acide R'—COOH qui prend naissance.

([4]) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1113.

([1]) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 293.

Nous avons alors communiqué les résultats relatifs à l'action sur le palmitate de méthyle des acides acétique, propionique, *n*-butyrique, *n*-valérique, *n*-caproïque. J'ai étendu ultérieurement ces recherches aux acides œnanthique et caprylique. Avec l'acide œnanthique le dosage devient pénible, et la séparation doit être effectuée par distillation du mélange avec de l'eau qui entraîne l'acide œnanthique; avec l'acide caprylique, la difficulté s'accroît encore, et j'ai dû me borner, en raison de la durée du dosage, à la détermination de la constante K, calculée par la formule habituelle

$$K = \frac{x_l^2}{(1 - x_l)^2} \quad (l = \text{limite}).$$

Voici les résultats obtenus :

Acide....................	œnanthique	caprylique
K......................	1,05	1,01

Ces nombres montrent que ces deux acides se comportent comme leurs homologues inférieurs vis-à-vis du palmitate de méthyle. L'acide œnanthique a donné les résultats suivants par variation de la concentration, x_l étant la limite calculée par la formule

$$\frac{x_l^2}{(\rho - x_l)(1 - x_l)} = K,$$

et ρ le nombre de molécules d'acide pour une molécule de palmitate.

	x_l	
ρ.	calculé.	trouvé.
1,002	0,507	0,507
2,002	0,675	0,668
3,002	0,757	0,767
4,000	0,807	0,804
5,004	0,839	0,828

Pour compléter cette étude, j'ai en outre vérifié que la même loi s'applique bien aux réactions effectuées dans les deux sens sur le système double

$$CH^3{-}COOH + C^{15}H^{31}{-}COOCH^3 \underset{(II)}{\overset{(I)}{\rightleftharpoons}} CH^3{-}COOCH^3 + C^{15}H^{31}{-}COOH$$

Les résultats comparatifs sont résumés dans le tableau ci-après :

Système (I). — K = 1,074.

Acide acétique. ρ.	Palmitate-CH³.	x_p. Calculé.	x_p. Trouvé.
1,003	1^mol	0,511	0,511
1,984	»	0,675	0,677
3,000	»	0,761	0,760
4,000	»	0,809	0,810
5,021	»	0,843	0,839

Système (II). — K = 0,821.

Acétate de méthyle. ρ.	Acide palmitique.	x_p. Calculé.	x_p. Trouvé.
1,072	1^mol	0,492	0,492
2,16	»	0,653	0,659
3,24	»	0,737	0,744
4,30	»	0,782	0,795
5,378	»	0,820	0,833

Comme il fallait s'y attendre, la constante K du système (II) est inférieure à 1 et voisine de l'inverse de celle du système (I).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude des formes tautomères colorées des benzaurines, des phénolphtaléines et des phénolsulfonephtaléines.* Note [1] de Mme **Ramart-Lucas**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Après avoir mis en évidence que les corps des séries de la benzaurine, de la phénolphtaléine et de la phénolsulfonephtaléine ont des spectres très voisins (ce qui confirme l'identité de leur structure) [2], j'ai montré que l'hypothèse selon laquelle à cette parenté d'absorption doit correspondre, pour tous ces composés, une analogie dans leurs possibilités de métamorphoses, se trouve vérifiée : chacun des corps de ces trois séries peut exister, en milieu neutre, sous trois formes tautomères (soient A, B, B′ ces trois formes) [3].

Ces résultats ont de plus permis d'établir qu'aucune des hypothèses

(1) Séance du 4 août 1941.

(2) *Comptes rendus*, 208, 1939, pp. 1094 et 1312.

(3) *Comptes rendus*, 213, 1941, p. 67.

proposées jusqu'ici pour expliquer la couleur de ces corps ne peut rendre compte des faits observés.

Afin de préciser la structure de ces isomères, dont l'existence a été révélée par l'analyse spectrale, il était nécessaire d'établir les conditions dans lesquelles ils apparaissent dans les solutions, de connaître comment varient leurs équilibres suivant le milieu, la concentration, le nombre et la nature des substituants fixés sur les noyaux aromatiques. Ces recherches, qui ont exigé de très nombreuses mesures d'absorption, m'ont permis de fixer, pour chaque substance, non seulement les conditions d'existence de ces formes tautomères, mais encore de déterminer les milieux dans lesquels elles se trouvent à l'état presque pur. Il faut toutefois signaler que la présence simultanée de B et B′ ne peut être aisément mise en évidence si l'un de ces isomères est en faible proportion dans le mélange, étant donné l'analogie de la forme de leurs bandes d'absorption et leur proximité.

J'indique ici la nature des isomères présents dans diverses solutions. Les isomères colorés sont désignés par A, B, B′ et les formes carbinoliques et lactoniques incolores respectivement par C et L.

		Sol. aqueuses		Sol. alcooliques			Sol. anhydres	
Substance.	Conc.	neutres.	CO^3Na^2.	neutres.	CH^3CO^2H.	ClH.	$CHCl^3$.	C^6H^6.
…azaurine……………	$N/2.10^3$	ins.	B + C	A	–	B′	A + B′	A
	$N/5.10^4$	»	–	A	–	B′	A	A
…azaurine tétrabromée..	$N/2.10^3$	»	B	B	–	C	A	A
	$N/5.10^4$	»	B	B	–	C	A	A
…er de la tétrabromo-	$N/2.10^3$	»	B	A + B	A + B	C	A	A
…hénolphtaléine ……	$N/5.10^4$	»	B	B		C	A	A
…énolsulfonephtaléine..	$N/2.10^3$	A	B	A + B′	A + B′	B′	ins.	ins.
	$N/5.10^4$	A	B	A	A	B′	»	»
…énolsulfonephtaléine	$N/2.10^3$	A + B	B	A	A	A + C	A	L
…étrabromée…………	$N/5.10^4$	A + B	B	A	A	–	A	–
…résolsulfonephtaléine.	$N/2.10^3$	A	B	A + B′	A + B′	B′	ins.	ins.
	$N/2.10^4$	A	B	A	A + B′	B′	»	»
…résolsulfonephtaléine	$N/2.10^3$	A	B	A	A	ins.	ins.	ins.
…ibromée……………	$N/5.10^4$	A	B	A	A	»	»	»
…ymolsulfonephtaléine .	$N/2.10^3$	ins.	B	A + B′	A + B′	B′	»	L
	$N/5.10^4$	»	B	A	A	B′	»	»
…ymolsulfonephtaléine	$N/2.10^3$	A	B	A	A	A + B′	»	ins.
…ibromée……………	$N/5.10^4$	A	B	A	A	A	»	»

On peut ainsi suivre aisément comment varie l'équilibre entre les diverses formes suivant le milieu, la concentration et suivant aussi le nombre et la nature des substituants sur les noyaux aromatiques. En ce qui concerne l'influence du milieu on constate que :

1° A existe surtout en milieu neutre, mais peut apparaître en présence d'acides;

2° B se trouve principalement dans les solutions alcalines, mais existe en solution neutre et en présence d'acide acétique;

3° B′ se rencontre le plus souvent dans les solutions acides, mais peut se trouver dans des solvants neutres.

En ce qui regarde l'influence des substituants, il est intéressant de signaler que la forme B n'apparaît en milieu neutre que dans le cas où aux deux carbones en ortho vis-à-vis des groupes C = O et OH sont substitués des atomes de Br. Par contre B′ n'existe (sauf dans le cas de la dibromothymolsulfonephtaléine) que pour les dérivés non bromés.

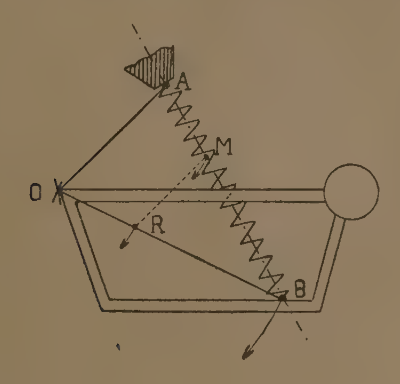
En résumé, ces recherches ont permis d'établir comment varie l'équilibre entre les formes tautomères colorées des benzaurines et des phtaléines suivant le milieu, de fixer les conditions dans lesquelles chacune de ces formes existe à l'état sensiblement pur, et enfin de montrer que la présence des substituants exerce une influence importante sur l'apparition de ces isomères. Cette dernière observation est en faveur de l'hypothèse que j'ai émise, suivant laquelle l'isomérie entre A, B, B′ proviendrait de ce que les angles que font les liens valentiels issus de certains atomes ne sont pas les mêmes pour chacune des formes (gogno-isomérie). Cette déformation des angles valentiels pouvant être accompagnée, pour B et B′, d'un *couplage* entre les fonctions présentes sur deux noyaux différents d'une même molécule.

SÉISMOLOGIE. — *L'influence du ressort de suspension sur le fonctionnement des séismographes verticaux.* Note de M. **Gaston Grenet**, présentée par M. Charles Maurain.

Un séismographe vertical est en général constitué par une masse pouvant osciller autour d'un axe horizontal et suspendue par un ressort à boudin, de telle sorte que son centre de gravité soit dans le plan horizontal passant par l'axe d'oscillation. Si l'on néglige la masse du ressort, il est facile de calculer l'équation du mouvement du système. On voit qu'un tel

appareil est insensible aux composantes horizontales du mouvement du sol tant que l'amplitude des oscillations reste très faible.

Nous voulons tenir compte en première approximation de la masse du ressort sans que la forme de l'équation du mouvement soit changée. Pour les petits mouvements, c'est l'équation d'un système oscillant ayant un seul degré de liberté. Il faut donc supposer un système de liaisons tel que l'emplacement de chaque point du ressort soit entièrement défini par la position de la masse mobile. Nous négligeons donc toutes les vibrations du ressort et supposons son allongement uniforme. Supposons enfin que la masse du ressort soit uniformément répartie suivant sa longueur et qu'il



soit fixé aux points A et B solidaires respectivement du bâti et de la masse mobile.

Pour un déplacement infiniment petit du pendule le mouvement d'un point du ressort est parallèle au mouvement du point B. L'amplitude du mouvement de chaque point du ressort est proportionnelle à la distance AM, M étant la projection du point considéré du ressort sur AB. Le mouvement de chaque point du ressort est donc à chaque instant parallèle et de même amplitude que celui d'un point R de OB tel que $OR/AM = OB/AB$.

Choisissons un système de coordonnées lié au sol et étudions le mouvement du séismographe au moyen du principe des forces vives. Il faut écrire que le travail des forces extérieures et des forces de frottement est égal à la variation de la demi-force vive. On peut donc remplacer une masse par une autre à condition que la force vive et le travail des forces extérieures ne soient pas altérés. Or les forces extérieures sont ici dues

aux accélérations du mouvement du sol qui sont les mêmes dans toute l'étendue de l'appareil. Dans ces conditions on ne change rien à la force vive ni au travail en remplaçant une masse ponctuelle par une autre masse de même valeur subissant à chaque instant un déplacement équipollent. Donc, on a le droit de supposer que la masse matérielle du ressort est répartie uniformément suivant la droite OB et que le système ainsi constitué est suspendu par un ressort sans masse.

Il est alors aisé de calculer les caractéristiques du système mobile (masse, moment d'inertie et position du centre de gravité), compte tenu du ressort. La correction ainsi apportée est en général peu importante, de sorte qu'il ne semble pas nécessaire de rechercher une meilleure approximation. Toutefois, il est indispensable d'en tenir compte pour le réglage de la hauteur du centre de gravité. Par exemple, pour un pendule de 2^{kg}, que nous avons étudié, on commet une erreur de 4° dans le réglage de l'horizontalité si l'on ne tient pas compte de l'influence du ressort.

BOTANIQUE. — *Sur le niveau souterrain des tubercules de l'*Arum italicum. Note de M. **Lucien Plantefol**, présentée par M. Marin Molliard.

On sait que le genre *Arum* comporte des géophytes dont les tubercules se trouvent à une profondeur caractéristique au-dessous de la surface du sol. Ce niveau est à peu près fixe dans des conditions données, mais il varie entre certaines limites lorsqu'on modifie ces conditions. Les *Arums* se prêtent parfaitement aux expériences sur le déterminisme de ce phénomène, car, pendant quelques mois, après la floraison et la fanaison des feuilles, le tubercule passe au repos; ses racines meurent. On peut alors déplacer sans aucun traumatisme la plante réduite à son tubercule. Si celui-ci est rapproché de la surface du sol, la croissance qui a lieu à la reprise de la végétation, a pour effet de le faire redescendre à son niveau antérieur; si le tubercule est placé à une profondeur plus grande, on assiste au contraire à sa remontée.

J'avais en juillet 1939 mis en expérience 40 tubercules d'*Arum italicum*, répartis en 8 séries de poids et de caractères très homogènes. Les tubercules d'une même série ont été plantés à des profondeurs différentes (5, 10, 15 et 20^{cm} au-dessous de la surface du sol). Les déplacements réalisés n'ont pu être étudiés qu'en 1941. Leur étude a été complétée par celle des variations de forme et de poids des tubercules, et par diverses mesures biométriques. Voici les principaux résultats :

1. Tous les tubercules plantés à 5^{cm} se sont enfoncés. Leur axe (ligne joignant l'extrémité en régression au centre du bourgeon terminal) avait été disposé horizontalement. Chez tous l'axe est devenu plongeant (au maximum — 75°) et le bourgeon terminal a été reporté bien au-dessous de 5^{cm}.

2. Les tubercules plantés à 20^{cm} ont manifesté un comportement variable : certains ont leur axe de croissance redressé (jusqu'à + 50°); d'autres l'ont horizontal; d'autres un peu plongeant (— 20°).

3. Pour les profondeurs intermédiaires, les réactions sont également variables. D'une manière générale, pour un niveau donné, les tubercules dont l'axe plonge sont les plus lourds; les tubercules qui se redressent, les plus légers.

4. Les travaux de J. Massart ([1]) et de A. Rimbach ([2]) ont surtout attiré l'attention sur l'intervention des racines tractrices dans le phénomène de descente en profondeur. Les racines tractrices existent, en nombre d'autant plus grand que la profondeur à laquelle a été placé le tubercule est moindre.

Quatre tubercules pesant environ 4^g chacun, en 1939, ont été plantés à 5, 10, 15 et 20^{cm} de profondeur. Ils présentent respectivement en 1941. 14, 8. 2 et 1 racines tractrices. Mais leurs poids sont devenus inégaux; il y a une racine tractrice pour 0,25, 1,9, 3,1 et 4^g,4 de tubercule.

5. La variation de position du tubercule est surtout la conséquence de la mobilisation des substances de réserve contenues dans le tubercule et de leur transport vers la région antérieure de celui-ci. Un tubercule comporte une surface postérieure irrégulière, ridée, correspondant à une longueur d'axe l, variable avec l'importance de la masse mobilisée.

Pour trois tubercules de 15^g, la longueur de cette partie ridée varie comme suit avec la pente de l'axe de croissance : 1° axe 70°, $l = 50^{mm}$; 2° axe 0°, $l = 12^{mm}$; 3° axe 50°, $l = 35^{mm}$. On peut évaluer les masses mobilisées comme étant sensiblement proportionnelles à ces longueurs.

6. En relation avec la mobilisation d'une partie de la masse du tubercule, il faut mettre une grandeur qui exprime d'ailleurs en même temps divers autres phénomènes, la variation du poids du tubercule. La mobilisation des réserves est corrélative de la destruction partielle de la matière mobilisée.

([1]) *Bull. Jard. Bot. Bruxelles*, 1, 1903, p. 31.

([2]) *Ber. d. d. Bot. Ges.*, 15, 1897, p. 298.

Dans le premier exemple cité, à partir d'un poids très voisin de 4g, les poids sont devenus 3,4 – 15,7 – 6,1 – 4g,4. Le poids sec des feuilles formées est 0,16, – 1,20 – 0,52 – 0,50. Dans trois cas, le métabolisme des synthèses est insuffisant à accroître les tubercules.

7. La rencontre de la profondeur optimum peut être exprimée également par deux faits : 1° le tubercule dans sa croissance ne modifie pas son niveau; 2° l'augmentation de poids est maxima. Ces deux indications sont généralement concordantes.

8. La profondeur optimum varie avec la taille des tubercules. En première approximation, elle est de 10cm pour les tubercules de 4 à 6g, 20cm pour ceux de 10 à 15g.

Ainsi il y a un déterminisme précis de la profondeur à laquelle se stabilisent les tubercules d'*Arum*. Cette profondeur ne semble pas différente dans les expériences que j'ai poursuivies en terrain découvert de celle à laquelle on trouve ces tubercules, sous une strate arborescente, dans les bois de la côte atlantique. Toutefois le maximum de poids obtenu après deux ans de culture en terrain découvert (53g, 8) est à peu près le double du poids maximum des tubercules des *Arum italicum* recueillis dans leurs stations originelles.

BIOCHIMIE VÉGÉTALE. — *Extractions de l'enduit cireux du grain de blé, des lipides de la farine dans leurs rapports avec la valeur boulangère.* Note (1) de Mlle **Lisette Piettre**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Lors du trempage de différentes graines, nous avons constaté des variations notables de perméabilité. A. Étard (2) a montré que les organes aériens des plantes sont protégés contre les excès d'humidité et les divers microorganismes par un revêtement cireux formé de carbures saturés C^nH^{2n+2} et d'alcools mono- et polyatomiques.

I. Nous avons constaté la présence de ces substances à la surface des grains de blé avec différents solvants : acétone, éther, pentane, sulfure de carbone et ne donnons que les résultats obtenus avec l'éther; 120g de grains sont versés dans une cartouche en papier épais et poreux, lestée après remplissage; on introduit la cartouche dans un appareil de Soxhlet et l'on fait l'extraction.

---

(1) Séance du 28 juillet 1941.

(2) *La biochimie et les chlorophylles*, Paris, 1906, p. 152.

L'opération demande environ 50 heures avec l'éther pour un épuisement complet, contrôlé par une deuxième extraction; l'éther distillé laisse un résidu lipidique, jaune verdâtre avec le blé *Moyencourt* 31; jaune d'or avec les blés *Hybride* 40, *Côte d'Or*. Solide à 20°, d'odeur aromatique avec nuance de pyroligneux, ce résidu est soluble dans les solvants organiques des lipides. Le pentane permet de le séparer en deux parts : 72 % d'une huile liquide teintée de brun et une poudre cristalline, grisâtre, fondant à 62°, agissant sur la lumière polarisée; 100^{g} de grains (taux d'humidité 10,85 à 11,26 %) donnent, pour les blés de printemps, *Vilmorin* 27, $0^{g},2$; *Vilmorin* 29, $0^{g},15$; *Moyencourt* 31, $0^{g},261$; pour les blés d'hiver, *Florence-Aurore*, $0^{g},331$; *Bersée*, $0^{g},209$; *Hybride* 40, $0^{g},643$; *Côte d'Or*, $0^{g},19$.

II. Nous avons ensuite soumis à ce même traitement par l'éther les farines provenant des mêmes blés, dont les grains venaient d'être débarrassés de l'enduit cireux de surface. Les grains, brillants et lisses, présentent des modifications de structure et de perméabilité. Après séchage dans un évaporateur Choay ils ont été réduits en farine moyenne et totale : 60^{g} de cette mouture furent épuisés à l'éther pendant 12 heures au lieu de 5 heures suivant la technique habituelle.

100^{g} des différents blés donnent, pour les blés de printemps, *Vilmorin* 27, $1^{g},49$; *Vilmorin* 29, $1^{g},384$; *Moyencourt* 31, $1^{g},747$; pour les blés d'hiver, *Florence-Aurore*, $1^{g},85$; *Bersée*, $1^{g},749$; *Hybride* 40, $1^{g},78$; *Côte d'Or*, $2^{g},45$.

III. Il nous a paru intéressant de rechercher si, après ce double traitement superficiel et profond, les farines, débarrassées de tout solvant, avaient conservé leurs propriétés plastiques.

La méthode de Pelshenke, qui n'exige que 5^{g} de mouture, est couramment employée aujourd'hui pour la détermination de la valeur boulangère des blés de sélection. Les épreuves ont été faites aux laboratoires Vilmorin-Andrieux sous la direction de M. Meunissier. C'est la mesure en minutes, à la température de 30°, du temps de rupture de la boulette de farine malaxée avec l'eau et la levure; on prend comme témoin la mesure obtenue avec une farine Florence-Aurore, pour laquelle le temps moyen de rupture est 84 minutes. Les farines intactes et les farines traitées à l'éther ont donné comme moyenne de plusieurs essais :

Blé.	*Farine intacte.*	*Farine traitée.*
Vilmorin 27	68 minutes	154 minutes
Vilmorin 29	41 »	60 »
Moyencourt 31	58 »	117 »
Bersée	21 »	56 »
Côte d'Or	42 »	112 »
Hybride 40	30 »	101 »

Les traitements des grains et des farines par le pentane, le sulfure de carbone et l'acétone ont donné des résultats du même ordre malgré des particularités qui nécessitent un exposé plus détaillé.

En conclusion, le grain de blé est recouvert superficiellement, au même titre que les autres parties de la plante, d'un enduit cireux dont la suppression modifie la perméabilité du grain; l'extraction des lipides contenus à l'intérieur du grain confère à la farine qui en provient une forte augmentation de l'indice de la valeur boulangère.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La dédifférenciation des organites d'Échinodermes, en survie* in vitro. Note (¹) de M. J.-André Thomas, transmise par M. Charles Pérez.

Chez certains organites en survie dans l'eau de mer, *in vitro*, suivant le procédé indiqué précédemment (²), la différenciation et les fonctions persistent pendant une longue période, jusqu'à l'approche même de la mort; tel est le cas, durant trois mois, des pédicellaires de *Marthasterias glacialis* (L.), qui semblent pouvoir se nourrir, dans une certaine mesure, par absorption tégumentaire de substances dissoutes. Inversement, chez plusieurs autres, la dégénérescence entraîne la mortification, parfois assez précoce, d'un territoire, puis de l'ensemble des tissus : il en est ainsi, par exemple, chez des Annélides et des Actiniaires. Nous allons montrer, dans cette Note, que plusieurs sortes d'organites, prélevés à quelques espèces parmi les quatre classes d'Échinodermes autres que les Stellérides, subissent une lente et profonde dédifférenciation, compatible cependant avec la survie et la résistance à l'infection en milieu non stérile.

Les degrés de la dédifférenciation des pédicellaires d'Échinides sont très inégaux. Chez *Echinus acutus* Lamarck, les globifères et les tridactyles meurent dans leur forme après 4 jours. Les petits globifères péribuccaux ont une survie plus longue; leur pédicule se développe, autour du style calcaire, en une masse hyperplasique arrondie, volumineuse. L'un d'entre eux a vécu 33 jours, *in vitro*, sa néoformation ayant été réséquée. Chez *Sphærechinus granularis* (Lamarck), les grands globifères se maintiennent en vie 14 jours sans modification apparente; les tridactyles, jusqu'à

(¹) Séance du 28 juillet 1941.

(²) *Comptes rendus*, 213, 1941, pp. 85-88.

28 jours, accusant une certaine atrophie des pièces calcaires, tandis que les tissus réunissent les trois valves en un seul bloc. Celles des globifères péribuccaux, de même, sont immobilisés par un épiderme commun : mais il arrive aussi que ces pédicellaires de petite taille persistent, sans changement notable, pendant 45 jours.

Chez d'autres organites, la dédifférenciation est importante dans tous les cas. Les tubes ambulacraires de *Sphærechinus granularis* survivent 13 jours; au cinquième, déjà, il en est de méconnaissables. La régression est plus saisissante encore s'ils sont greffés deux à deux, ou même par groupes de six ou sept individus. Leur survie, dans ce cas, atteint 24 jours. Les zones d'implantation réciproque des tubes s'accroissent, puis disparaissent, noyées dans les tissus en remaniement; ceux-ci comblent peu à peu toutes les dépressions; les lobes bordant les ventouses s'effacent; finalement, l'ensemble, dont la taille diminue beaucoup, constitue une masse globuleuse uniforme où les vestiges des ventouses sont difficiles à distinguer.

Des phénomènes analogues aux précédents surviennent chez les pédicelles et surtout chez les fragments de tentacules des Holothurides aspidochirotes et dendrochirotes : terminaisons peltées de *Holothuria tubulosa* Gmelin et arborisations de *Cucumaria planci* (Brandt), conservées 28 jours. Avec cette dernière espèce, les résultats sont particulièrement suggestifs. Les ramifications de l'extrémité des tentacules perdent la finesse de leur contour, l'épiderme nivelle les surfaces, les disques adhésifs s'estompent; il ne subsiste qu'une sphère de volume réduit, pourvue de sclérites, où les traînées de pigment sont les seuls témoins, d'ailleurs de plus en plus imprécis, des structures disparues.

Qu'il s'agisse d'Échinides ou d'Holothurides, de telles formations dédifférenciées laissent lentement s'écouler, lorsqu'on les perce, une substance blanche, lamellaire ou fibreuse, qui se dissocie, puis se dissout dans l'eau de mer; elle provient de la mésoglée, en lyse partielle. Les fibres musculaires se résolvent en sarcolytes. D'autres tissus prolifèrent sans organisation. Les plus petits fragments, chez *Cucumaria*, par suite de la croissance importante de plages provenant de l'épiderme et de la paroi des canaux tentaculaires, ressemblent à des cultures de tissus; la masse mésogléenne centrale comprend des cellules de diverses souches, normales et en dégénérescence.

La dédifférenciation s'observe aussi chez les Ophiurides et les Crinoïdes. Les tubes ambulacraires de *Ophiothrix fragilis* (Abildgaard), peu vivaces, deviennent en 4 jours des sphérules où la place des papilles est à peine

indiquée. Les fragments de pinnules de *Antedon mediterranea* Lamarck se conservent pendant 10 jours; lorsqu'ils ne comprennent qu'un article calcaire, ils se transforment assez rapidement en petits corps coccoïdes à épiderme nu, les tubules ambulacraires ayant régressé.

Nous constatons donc, particulièrement chez les organites d'Échinides et d'Holothurides en survie, une dédifférenciation profonde, constante, corrélative de la dégénérescence de certaines structures et qui, par régulation de la forme, tend à imposer l'état d'équilibre le plus simple : la sphère. D'une façon générale, cette dédifférenciation est plus rapide, plus complète aussi, lorsque les fragments sont de petite taille. Elle est variable, en outre, chez certains organites entiers, congénères d'un même lot; enfin, entre ses degrés et ceux de la différenciation, il ne semble pas possible d'établir, dans les cas envisagés, un rapport net. Ainsi, bien que la déficience du système nerveux ne soit probablement pas étrangère à cette dédifférenciation, tout se passe comme si la cause principale de celle-ci était l'épuisement graduel d'une réserve de substances, peut-être spécifiques, indispensables au maintien de la différenciation.

Ces expériences simples semblent permettre une analyse physiologique de la dédifférenciation; elles conduisent aussi à éprouver la possibilité d'une redifférenciation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Importance de l'oligoélément vanadium pour l'*Aspergillus niger. Note de M. **Didier Bertrand**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Il n'a pas été démontré que le vanadium puisse être considéré comme un élément indispensable pour les végétaux (1). A la suite de mes recherches sur la présence normale de ce métal chez les plantes (2), je me suis demandé si le vanadium n'est présent qu'à l'état d'impureté ou bien s'il joue un rôle physiologique.

Le travail résumé ci-après porte sur l'*Aspergillus niger* (*Sterigmatocystis nigra* de Cramer-van Tieghem). Ce végétal ne contient que très peu de vanadium : $0^{mg},15$ par kilogramme de matière sèche pour un échantillon; aussi, après de nombreux essais, ai-je dû recourir à un milieu de culture

(1) Une bibliographie et d'autres détails paraîtront dans un autre Mémoire.
(2) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 1170.

simple où, comme dans celui déjà utilisé avec succès pour montrer l'action du manganèse sur cette plante (³), la source de carbone est de l'acide succinique au lieu de saccharose et d'acide tartrique, ordinairement employés mais trop difficile à purifier :

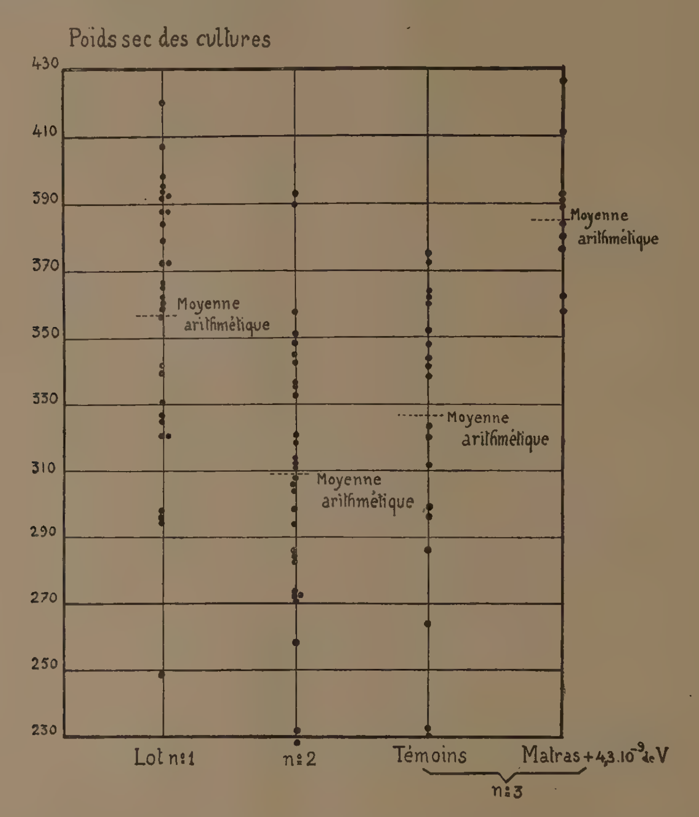
Eau q. s. pour	1^l	Fer	200^γ
Acide succinique	40^g	Zinc	180
Chlorure d'ammonium	2,5	Cuivre	40
Phosphate bipotassique	0,350	Manganèse	20
Sulfate de magnésium (crist.)	0,250	Molybdène	20

L'expérience m'ayant prouvé d'autre part que les recristallisations des sels sont insuffisantes pour éliminer tout le vanadium, j'ai amélioré cette purification en traitant le milieu non encore additionné de fer, cuivre et molybdène, par le cupferron. Avant d'ajouter le réactif organique, le milieu est additionné de son volume d'eau, acidifiée à pH 1,8 par de l'acide chlorhydrique; on extrait alors par du chloroforme suivant la technique antérieurement utilisée pour la recherche du vanadium dans les végétaux (⁴). L'acide ajouté est exactement neutralisé par de l'ammoniaque, donnant ainsi un pH 3,7, après concentration du milieu sous vide pour le ramener au volume primitif. Des essais de contrôle m'ont prouvé que, dans le milieu ainsi purifié, il avait moins de 1.10^{-9} de vanadium. Les quantités de fer, de cuivre et molybdène introduites après ce traitement apportaient moins de $0^\gamma,01$ de vanadium.

Les cultures furent faites, en utilisant la souche n° AN 315 de l'Institut Pasteur de Paris, dans des matras cylindroconiques de verre pyrex de 125^{cm^3}, chaque matras ne contenant que 50^{cm^3} de liquide nutritif. Ces fioles, recouvertes d'un capuchon de papier filtre, furent stérilisées par simple ébullition du milieu de culture avant ensemencement; le pH très acide justifie cette façon de faire. La température fut de 32° à 33° et la récolte faite 4 à 5 jours après le début d'apparition des filaments du mycélium, des expériences préliminaires ayant montré que dans ces conditions le poids sec du champignon recueilli était maximum. Les variations de poids sont assez notables d'un matras à l'autre, rendant nécessaire l'emploi d'un grand nombre de cultures pour n'envisager les résultats que d'une

(³) Gabriel Bertrand, *Comptes rendus*, 154, 1912, p. 616.
(⁴) Didier Bertrand, *Bull. Soc. Chim.*, séance du 11 juillet 1941.

façon statistique. L'expérience avec le milieu purifié au maximum est résumée sur le tableau ci-dessous.



On voit que, dans le lot n° 3, les cultures faites après addition de vanadium ($C = 4,3.10^{-9}$), ont un poids moyen nettement plus élevé (20,9 %) que celles obtenues sur le milieu purifié sans addition de vanadium. La comparaison ne peut pas être faite avec les lots n° 1 et n° 2, formés exclusivement de milieu non additionné de vanadium, parce que les conditions, notamment la température, furent légèrement différentes.

L'analyse chimique des témoins, soit $24^g,67$ de matière sèche, a permis d'y trouver $3^\gamma,2$ de vanadium, chiffre bien supérieur à ce qui pouvait rester de ce métal dans les 4 litres de milieux de cultures témoins. Il est vraisemblable que ce vanadium provient de l'attaque des récipients, mais, par suite des trop faibles concentrations en cause, la démonstration

ne pourra être donnée qu'en utilisant, tant pour la préparation des sels du milieu que pour la culture, des récipients d'une nature telle qu'il ne puisse y avoir apport de vanadium. Les circonstances actuelles ne me permettant pas d'entreprendre ce travail, j'ai dû interrompre ces recherches.

Il y a lieu de remarquer que les teneurs en vanadium de l'*Aspergillus niger* ayant poussé sur le milieu purifié sans addition de l'oligoélément et sur un milieu non purifié, qui contenait $6^{\gamma},7$ de vanadium par litre, sont peu différentes et doivent représenter la teneur normale de la souche envisagée; il suffirait donc à celle-ci, dans cette hypothèse, de $2,10^{-9}$ de vanadium dans le milieu de culture pour obtenir un rendement maximum de poids sec de mycélium.

En conclusion, ces recherches montrent que le vanadium joue pour l'*Aspergillus niger* un rôle physiologique important, à des concentrations que ce végétal peut rencontrer dans la nature et que, pour la souche étudiée, le minimum de vanadium nécessaire est de l'ordre de 2 milliardièmes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence et l'origine de l'acétylméthylcarbinol et du butanediol 2-3 dans les cidres normands. Les Aerobacter en cidrerie.* Note de MM. **Gustave Guittonneau**, **Jean Tavernier** et Mlle **Marie Bejambes**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

A la suite d'études sur les cidres dits *framboisés* antérieurement rapportées [1], nous avons été conduits à rechercher la présence de l'acétylméthylcarbinol (désigné dans notre Note par la lettre A) et du butanediol 2-3 (désigné par la lettre B) dans les cidres normands. On pouvait se demander en effet si l'accumulation d'éthanal qui caractérise la première phase de la maladie ne suffit pas, dans certains cas, à provoquer sous l'action de la levure, une synthèse carboligasique qui aboutirait à la production de A suivant le mécanisme signalé en 1921 par Neuberg et Hirsch [2].

Pour caractériser ou doser le composé A, nous avons fait appel à la méthode de Voges-Proskauer [3] ou à celle de Lemoigne [4]. Le dosage

---

(1) G. Guittonneau, G. Mocquot et J. Tavernier, *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 809; *Ann. de technologie agr.*, **3**, 1940, p. 33.

(2) *Bioch. Z.*, **115**, 1921, p. 282.

(3) *Z. Hyg.*, **28**, 1898, p. 20.

(4) *Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 131.

de B a été effectué à l'état de nickeldiméthylglyoxime après oxydation par le brome. Malheureusement, dans les cidres, cette oxydation ne permet pas d'obtenir une transformation quantitative de B en diacétyle. Cependant, en conduisant l'oxydation avec ménagement et en opérant toujours dans les mêmes conditions, nous avons obtenu des résultats concordants dont le sens ne pouvait être mis en doute.

Nous avons examiné tout d'abord des cidres de Basse-Normandie de fabrication plus ou moins ancienne, prélevés dans les collections de la Station pomologique de Caen ou achetés dans le commerce. Quelques-uns de ces cidres avaient été reconnus *framboisés* lors de leur fabrication. D'autres n'avaient pas eu à souffrir de cette altération. Les résultats de nos analyses ont montré que : 1° sur 31 échantillons examinés, 27 renfermaient les corps A et B à des doses variant de quelques milligrammes à 700 milligrammes par litre; 2° plus le cidre était de fabrication ancienne, plus grande était la proportion de B par rapport à A.

Même lorsque les cidres avaient été *framboisés*, la synthèse carboligasique ne pouvait expliquer que partiellement la formation de A. En effet, dans des cultures pures de levures sur moûts de pommes stérilisés par filtration et additionnés de 1^{g} par litre d'éthanal, dose maxima rencontrée dans les cidres *framboisés*, nous n'avons trouvé, en fin de fermentation, que des quantités de A et B ne dépassant pas au total 100^{mg} par litre.

Nous étions ainsi conduits à penser que les composés A et B devaient avoir dans les cidres une autre origine que le travail de la levure.

L'étude bactériologique des échantillons que nous avions soumis à l'analyse chimique, nous a en effet révélé que tous ceux qui contenaient les composés A et B renfermaient aussi des bactéries mobiles ou immobiles, productrices de ces deux corps aux dépens des sucres. Nous les avons identifiées à des *Aerobacter* (*A. aerogenes* et *A. cloacæ*).

On sait que les *Aerobacter* peuvent réduire les nitrates en nitrites, et les souches que nous avons isolées des cidres se sont montrées capables d'effectuer cette réduction dans des moûts de pommes filtrés et légèrement nitratés.

Sous l'influence du nitrite formé, les moûts prenaient alors une coloration verte identique à celle que l'on observe dans le verdissement pathologique des cidres antérieurement signalé par Warcollier (5). Les *Aerobacter*

(5) *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 973.

représentent donc, sans aucun doute, les agents microbiens responsables de la maladie dite des *cidres verts*.

Pour nous rendre compte des relations qui peuvent exister entre les développements respectifs des levures et des *Aerobacter* dans les moûts de pommes, nous avons suivi l'invasion microbienne de différents cidres fabriqués dans la région de Caen, au cours des campagnes 1939-1940 et 1940-1941. Ces recherches ont abouti aux observations suivantes :

1° Dans les cidres de fabrication fermière, où la levure se développe librement et envahit rapidement le liquide, la prolifération des *Aerobacter* se trouve entravée et, corrélativement, les composés A et B restent peu abondants.

2° Dans les produits industriels au contraire, on cherche à ralentir et à limiter le développement de la levure dans le but d'obtenir des cidres restant doux (soutirages, filtrations et réfrigérations). On tend alors à laisser le champ libre aux *Aerobacter*, qui, se développant bien, produisent des doses de A et B beaucoup plus élevées que dans le cas précédent.

En résumé, les conclusions pratiques qui ressortent de cette étude sont les suivantes : 1° la présence des *Aerobacter* est extrêment fréquente dans les cidres de Basse-Normandie; 2° toute pratique industrielle qui a pour but de ralentir ou de limiter la fermentation alcoolique en vue d'obtenir des cidres doux tend à favoriser la prolifération et l'activité de ces bactéries indésirables.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE JUILLET 1941.

Annales de l'Institut de physique du globe de l'Université de Paris et du Bureau central de magnétisme terrestre, publiées par les soins de M. CHARLES MAURAIN. T. 19, Paris, Presses universitaires de France, 1941; 1 vol. 32cm.

Comptes rendus des séances de la Société de physique biologique de France. Novembre 1940, n° 40. *Séance du 24 octobre 1940 à Clermont-Ferrand.* Supplément aux *Archives de physique biologique*, t. 15, 1940.

Id. — Décembre 1940, n° 41. *Séance du 21 décembre 1940, à l'École de médecine de Clermont-Ferrand.* Id., t. 15, 1940.

Id. — Janvier 1941, n° 42. *Séance du 25 janvier 1941, à l'École de médecine de Clermont-Ferrand.* Id., t. 15, 1940-41.

Id. — Février 1941, n° 43. *Séance du 22 février 1941, à l'École de médecine de Clermont-Ferrand.* Id., t. 15, 1940-41.

Id. — Mars 1941, n° 44. *Séance du 22 mars 1941, à l'École de médecine de Clermont-Ferrand.* Id., t. 15, 1940-41.

Id. — Avril 1941, n° 45. *Séance du 26 avril 1941, à l'École de médecine de Clermont-Ferrand.* Id., t. 15, 1940-41.

Hélios Scaëtta 1894-†1941, par AUGUSTE CHEVALIER. Extrait de la *Revue de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, nos 237-238, mai-juin 1941. Publication du Laboratoire d'agronomie coloniale du Muséum. Paris, Laboratoire d'agronomie coloniale, 1941; 1 fasc. 24cm.

L'utilisation du Maïs et du Sorgho sucrés comme plantes saccharifères et alcooligènes, par E. MIÈGE. Extrait de la *Revue de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, nos 225 à 229, 1940, 20e année. Paris, Laboratoire d'agronomie coloniale; 1 fasc. 24cm (présentée par M. A. Chevalier).

Une plante textile tropicale peu connue : le Cephalonema polyandrum K. Schum. et deux autres plantes à fibres, par AUGUSTE CHEVALIER. Extrait de la *Revue de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, nos 228-229, 1940, 20e année. Paris, Laboratoire d'agronomie coloniale; 1 fasc. 24cm.